

УТВЕРЖДАЮ

**Руководитель ГЦИ СИ,
Заместитель генерального директора
ФГУ «РОСТЕСТ – МОСКВА»**



А.С. Евдокимов

2010 г.

**Генераторы сигналов измерительные
MG3691С, MG3692С, MG3693С, MG3694С**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП РТ 1471-2010**

н.р. 45035-10

Начальник лаборатории
441 ФГУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»

В.М. Барабанщиков

Начальник сектора лаборатории
441 ФГУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»

Р.А. Осин

Заместитель генерального директора
по метрологии ЗАО «АКТИ-Мастер»

Д.Р. Васильев

г. Москва
2010

Настоящая методика поверки распространяется на генераторы сигналов измерительные MG3691C, MG3692C, MG3693C, MG3694C (далее – приборы) фирмы “Anritsu Company” (США), и устанавливает методы и средства их поверки.

Межповерочный интервал – 1 год.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ	3
2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	4
3. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ	5
4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	5
5. УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОВЕРКЕ	5
6. ВНЕШНИЙ ОСМОТР И ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ	5
6.1. Внешний осмотр	6
6.2. Подготовка к поверке	6
7. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	6
7.1. Общие указания по проведению поверки	6
7.2. Опробование	7
7.3. Определение метрологических характеристик	7
7.3.1. Определение уровня гармоник	7
7.3.2. Определение погрешности установки уровня мощности (– 15 ... + 20) dBm	9
7.3.3. Определение погрешности установки уровня мощности < – 15 dBm (для приборов с опцией 2)	12
7.3.4. Определение погрешности установки уровня мощности > + 20 dBm (для приборов с опцией 15)	18
7.3.5. Определение погрешности установки девиации ЧМ с внешней модуляцией (опция 12 или 28)	20
7.3.6. Определение погрешности установки девиации ФМ с внешней модуляцией (опция 12 или 28)	22
7.3.7. Определение погрешности установки девиации ЧМ с внутренней модуляцией (опции 12, 27 или 28)	23
7.3.8. Определение погрешности установки девиации ФМ с внутренней модуляцией (опции 12, 27 или 28)	24
7.3.9. Определение погрешности установки коэффициента АМ с внешней модуляцией (опция 14 или 28)	25
7.3.10. Определение погрешности установки коэффициента АМ с внутренней модуляцией (опции 14, 27 или 28)	27
8. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	29
8.1. Протокол поверки	29
8.2. Свидетельство о поверке	29
8.3. Извещение о непригодности	29
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Таблица П1. Значения максимального уровня мощности	30

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

№	Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при поверке	
			первичной	периодической
1	Внешний осмотр	7.1	да	да
2	Опробование	7.2	да	да
3	Определение уровня гармоник	7.3.1	да	да
4	Определение погрешности установки уровня мощности ($-15 \dots +20$) dBm	7.3.2	да	да
5	Определение погрешности установки уровня мощности < -15 dBm (для приборов с опцией 2)	7.3.3	да	да
6	Определение погрешности установки уровня мощности $> +20$ dBm (для приборов с опцией 15)	7.3.4	да	да
7	Определение погрешности установки девиации ЧМ с внешней модуляцией (опция 12 или 28)	7.3.5	да	да
8	Определение погрешности установки девиации ФМ с внешней модуляцией (опция 12 или 28)	7.3.6	да	да
9	Определение погрешности установки девиации ЧМ с внутренней модуляцией (опции 12, 27 или 28)	7.3.7	да	да
10	Определение погрешности установки девиации ФМ с внутренней модуляцией (опции 12, 27 или 28)	7.3.8	да	да
11	Определение погрешности установки коэффициента АМ с внешней модуляцией (опция 14 или 28)	7.3.9	да	да
12	Определение погрешности установки коэффициента АМ с внутренней модуляцией (опции 14, 27 или 28)	7.3.10	да	да

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

№	Наименование средства поверки	Номер пункта методики	Требуемые технические характеристики	Рекомендуемый тип средства поверки и его технические характеристики
1	2	3	4	5
1. Средства измерений				
1.1	анализатор спектра	раздел 7.3	диапазон частот от 10 kHz до верхней границы частотного диапазона прибора MG369xС; уровень гармонических искажений второго порядка на частотах 10 ... 100 MHz не более – 50 dBc, на частотах 0.1 ... 2 GHz не более – 60 dBc, на частотах 2 ... 12 GHz не более – 70 dBc; относительная погрешность вертикальной шкалы дисплея 10 dB/div не более ± 0.25 dB	<u>анализатор спектра Agilent E4440A</u> (для моделей MG3691C, MG3692C) диапазон частот 3 Hz ... 26.5 GHz <u>анализатор спектра Agilent E4446A</u> (для моделей MG3693C, MG3694C) диапазон частот 3 Hz ... 44 GHz уровень гармонических искажений второго порядка на частотах ≥ 10 MHz не более – 82 dBc; относительная погрешность вертикальной шкалы дисплея 10 dB/div не более ± 0.13 dB
1.2	ваттметр СВЧ	7.3.3	диапазон частот от 10 Hz до верхней границы частотного диапазона прибора MG369xС; динамический диапазон от – 30 до + 20 dBm; относительная погрешность измерения мощности не более ± 0.3 dB	<u>преобразователь мощности Rohde & Schwarz NRP-Z55</u> диапазон частот 0 ... 40 GHz динамический диапазон от – 30 до + 20 dBm; относительная погрешность измерения мощности не более ± 0.25 dB
1.3	генератор НЧ (для опций 12, 14, 28)	7.3.5 7.3.6 7.3.9	диапазон частот 1 ... 100 kHz; уровень напряжения 50 mV ... 0.8 V rms на нагрузке 50 Ω; относительная погрешность установки частоты не более ± 0.1 %	<u>генератор сигналов сложной формы со сверхнизким уровнем искажений Stanford Research Systems DS360</u> диапазон частот 0.01 ... 200 kHz; уровень напряжения 2 μV ... 5 V rms на нагрузке 50 Ω; относительная погрешность установки частоты не более ± 25·10 ⁻⁶
1.4	мультиметр (для опций 12, 14, 28)	7.3.5 7.3.6 7.3.9	относительная погрешность измерения переменного напряжения 0.7 V rms на частотах 1 kHz, 8 kHz и 100 kHz не более ± 2 %	<u>мультиметр цифровой Keithley 2000</u> относительная погрешность измерения переменного напряжения 0.7 V rms на частотах 1 ... 100 kHz не более ± 0.75 %
2. Вспомогательные средства и принадлежности				
2.1	компьютер	7.3.2	в соответствии с руководством по эксплуатации преобразователя мощности поз. 1.2 табл. 2	
2.2	кабель ВЧ	раздел 7.3	BNC(m-m), 2 шт.	
2.3	кабель СВЧ	раздел 7.3	N(m-m), 50 Ω для MG3691C, MG3692C 2.4 mm(f-f), 50 Ω для MG3693C, MG3694C	
2.5	адаптер	раздел 7.3	2.92 mm(m)-N(f) для MG3691C, MG3692C 2.92 mm(m)-2.4 mm(m), 50 Ω для MG3693C, MG3694C	
2.6	тройник	7.3.9	BNC(m,f,f), 50 Ω	

2.1. Вместо указанных в таблице 2 средств поверки допускается применять другие аналогичные средства поверки, обеспечивающие требуемые технические характеристики.

2.2. Необходимые средства поверки должны быть выбраны в зависимости от установленных опций в соответствии с таблицей 6.2 пункта 6.2.3.

2.3. Применяемые средства поверки должны быть исправны, средства измерений поз. 1.1 – 1.4 таблицы 2 поверены и иметь свидетельства о поверке.

3. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

К проведению поверки допускаются лица, имеющие высшее или среднетехническое образование, практический опыт в области радиотехнических измерений, и аттестованные в соответствии с ПР50.2.012-94.

4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1. При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

4.2. Во избежание несчастного случая и для предупреждения повреждения поверяемого прибора необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- подсоединение поверяемого прибора к сети должно производиться сетевого кабеля из комплекта прибора;
- заземление поверяемого прибора и средств поверки должно производиться посредством заземляющего провода сетевого кабеля;
- запрещается подавать на вход прибора сигнал с уровнем, превышающим максимально допустимое значение;
- запрещается работать с поверяемым прибором при снятых крышках или панелях;
- запрещается работать с прибором в условиях температуры и влажности, выходящих за пределы рабочего диапазона, а также при наличии в воздухе взрывоопасных веществ;
- запрещается работать с прибором в случае обнаружения его повреждения.

5. УСЛОВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОВЕРКЕ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия окружающей среды:

- температура воздуха 23 ± 5 °С;
- относительная влажность воздуха 30 ... 80 %;
- атмосферное давление 84 ... 106.7 кПа.

6. ВНЕШНИЙ ОСМОТР И ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

6.1. Внешний осмотр

6.1.1. При проведении внешнего осмотра проверяются:

- чистота и исправность разъемов;
- отсутствие механических повреждений корпуса и ослабления крепления элементов конструкции (определяется на слух при наклонах прибора);
- сохранность органов управления, четкость фиксации их положений;
- комплектность прибора.

6.1.2. При наличии дефектов или повреждений, препятствующих нормальной эксплуатации поверяемого прибора, его направляют в ремонт.

6.2. Подготовка к поверке

6.2.1. Перед началом работы поверитель должен изучить руководство по эксплуатации поверяемого прибора, а также руководства по эксплуатации применяемых средств поверки.

6.2.2. Подсоединить сетевой кабель прибора к сети $(220 \pm 10) \text{ V}$; $(50 \pm 0.5) \text{ Hz}$ и установить тумблер питания на задней панели в положение '1'.

Нажать на приборе клавишу [Line], при этом должен загореться индикатор "Operate".

Нажать на приборе клавишу [Output], при этом должен загореться индикатор "On".

6.2.3. Перед началом выполнения операций по определению метрологических характеристик прибора (раздел 7.3) выдержать средства поверки и поверяемый прибор во включенном состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации.

Минимальное время прогрева прибора 30 min.

6.2.4. Идентифицировать установленные опции прибора для определения необходимых операций поверки и соответствующих средств поверки в соответствии с таблицей 6.2.

Наименования установленных опций указаны на задней панели прибора.

Таблица 6.2. Установленные опции и операции поверки

Обозначение опции	Наименование опции	Пункт методики поверки
2	Step attenuator	7.3.3
4	Digital Downconverter 8 MHz ... 2.2 GHz	7.3.2
5	Digital Downconverter 8 MHz ... 2.0 GHz	7.3.2
12	External FM and ФМ Modulation	7.3.5, 7.3.6
14	External AM Modulation	7.3.9
15	High Power	7.3.4
22	LF Generator 0.1 Hz ... 10 MHz	7.3.2
27 + 12	Internal FM and ФМ Modulation	7.3.5, 7.3.6, 7.3.7, 7.3.8
27 + 14	Internal AM Modulation	7.3.9, 7.3.10
28	совокупность опций 12 + 14 + 27	7.3.5 – 7.3.10

7. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

7.1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПОВЕРКИ

7.1.1. В процессе выполнения операций результаты измерений заносятся в протокол поверки. Полученные результаты должны укладываться в пределы допускаемых значений, которые указаны в таблицах настоящего раздела документа.

При получении отрицательных результатов по какой-либо операции необходимо повторить операцию.

При повторном отрицательном результате прибор следует направить в сервисный центр для проведения регулировки и/или ремонта.

7.1.2. В настоящем документе наименования клавиш на лицевой панели прибора обозначены в квадратных скобках (например, [Frequency]), функциональных клавиш (с правой стороны дисплея) – подчеркнутым шрифтом (например, Attenuator), разъемов – кавычками (например, "RF Input").

7.1.3. Рекомендуемая последовательность выполнения операций поверки, описанных в разделе 7.3, может быть изменена по желанию поверителя с учетом опций поверяемого прибора.

7.2. ОПРОБОВАНИЕ

7.2.1. Отсоединить все кабели от лицевой панели поверяемого прибора.

7.2.2. Нажать клавиши [SYSTEM], Selftest.

Результаты опробования считаются положительными, если не появилось сообщений об ошибках.

7.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

7.3.1. Определение уровня гармоник

7.3.1.1. Выполнить соединение приборов по схеме, показанной на рисунке 1.

Соединить кабелем BNC(m-m) выход “10 MHz Ref Out” прибора с входом “Ref In” анализатора спектра.

Соединить выход “RF Output” прибора с входом “RF Input” анализатора спектра.

Для анализатора спектра с входом N(f) использовать адаптер 2.92 mm(m)-N(f) и кабель N(m-m). Для анализатора спектра с входом 2.4 mm(m) использовать адаптер 2.92 mm(m)-2.4 mm(m) и кабель 2.4 mm(f-f).

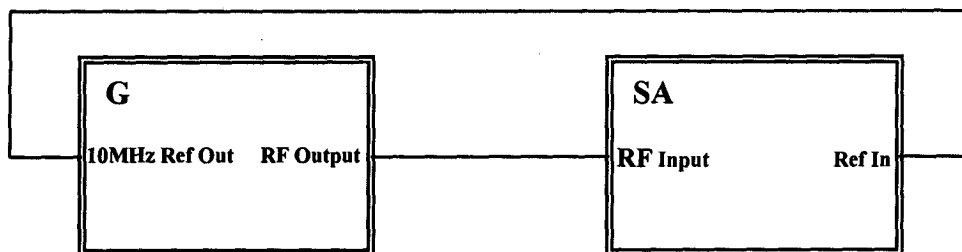


Рисунок 1

G – поверяемый прибор

SA – анализатор спектра

7.3.1.2. Нажать на поверяемом приборе клавиши [SYSTEM], Reset.

7.3.1.3. Сделать установки на анализаторе спектра:

[Amplitude], Reference Level + 15 dBm

[Span] 30 kHz

[BW], RBW 1 kHz, VBW 30 Hz

7.3.1.4. Сделать установки на приборе:

[Level] + 10 dBm

[Frequency]: установить первое значение частоты сигнала, указанное в столбце 1 таблиц

7.3.1.1, 7.3.1.2 для соответствующего образца прибора.

7.3.1.5. Установить на анализаторе спектра центральную частоту:

[Frequency], Center Frequency: значение в соответствии с пунктом 7.3.1.4

7.3.1.6. Найти пик сигнала на экране анализатора спектра и затем включить режим дельта-маркера:

[Peak Search]
[Marker], Delta

7.3.1.7. Устанавливать на анализаторе спектра последовательно центральную частоту, равную частотам второй и третьей гармоники частоты сигнала.

Нажимать на анализаторе спектра клавишу [Peak Search].

Записывать в столбцы 3 и 4 таблицы 7.3.1 отсчеты дельта-маркера.

Таблица 7.3.1. Уровень гармоник

Модель и опция генератора	Частота, МГц	Измеренный уровень гармоник, dBc		Верхний допускаемый предел, dBc
		2-я	3-я	
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
все с опцией 22	0.1			-30
	1			-30
	8			-30
все с опцией 4	10			-40
	50			-40
	100			-40
	200			-50
	500			-50
	1500			-50
	2200			-50
все с опцией 5	10			-30
	30			-30
	50			-30
	100			-40
	500			-40
	1500			-40
	2000			-40
все без опции 15	2500			-60
все с опцией 15	2500			-30
все без опции 15	5000			-60
все с опцией 15	5000			-30
все без опции 15	10000			-60
все с опцией 15	10000			-30
MG3693B/3694B без опции 15	15000			-60
MG3693B/3694B с опцией 15	15000			-30
MG3693B/3694B без опции 15	20500			-60
MG3693B/3694B с опцией 15	20500			-20

7.3.1.8. Отключить на анализаторе спектра дельта-маркер:

[Marker], Normal

7.3.1.9. Выполнить действия по пунктам 7.3.1.4 – 7.3.1.8, устанавливая последовательно значения частоты сигнала, указанные в столбце 2 таблицы 7.3.1 для соответствующего исполнения прибора, указанного в столбце 1 таблицы.

7.3.2. Определение погрешности установки уровня мощности (– 15 ... + 20) dBm

7.3.2.1. Выполнить соединение приборов по схеме, показанной на рисунке 2.

Присоединить к выходу “RF OUT” поверяемого прибора преобразователь мощности.

Присоединить кабель преобразователя мощности к интерфейсному разъему USB компьютера в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации преобразователя мощности.

Подготовить преобразователь мощности к работе в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации и выполнить установку нуля.

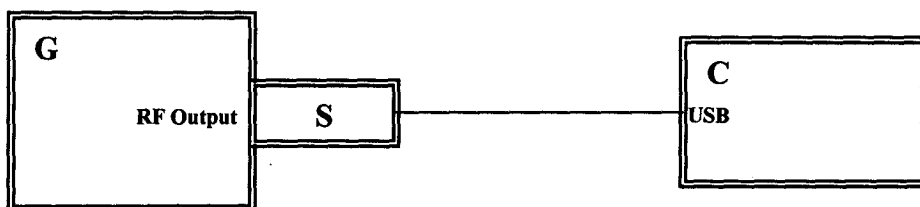


Рисунок 2

G – поверяемый прибор

S – преобразователь СВЧ мощности

C – компьютер с интерфейсом USB

7.3.2.3. Нажать на приборе клавиши [SYSTEM], Reset.

Устанавливать клавишами [Level] и [Frequency] и цифровыми клавишами значения частоты и уровня, указанные в столбцах 2 и 3 таблицы 7.3.2, с учетом модели и опций прибора.

Значение максимального уровня P_{MAX} выбирать из таблицы П1 Приложения 1 в зависимости от модели прибора и установленных опций.

Если указанное в таблице П1 значение превышает + 20 dBm (для прибора с опцией 15), устанавливать $P_{MAX} = + 20$ dBm.

Записывать измеряемые значения уровня мощности в столбец 5 таблицы 7.3.2.

ПРИМЕЧАНИЕ: в столбцах 4 и 6 таблицы 7.3.2 в скобках указаны предельные допускаемые значения для приборов с опцией 15.

Таблица 7.3.2. Уровень мощности (– 15 ... + 20) dBm

Модель и опции	Частота	Уровень, dBm	Нижний предел допускаемых значений, dBm	Измеренное значение уровня, dBm	Верхний предел допускаемых значений, dBm
1	2	3	4	5	6
все модели; опции 22 + 4(5)	10 Hz	– 15	– 16.5		– 13.5
		0	– 1.5		+ 1.5
		P _{MAX}	P _{MAX} – 1.5		P _{MAX} + 1.5
	30 Hz	– 15	– 16.5		– 13.5
		0	– 1.5		+ 1.5
		P _{MAX}	P _{MAX} – 1.5		P _{MAX} + 1.5
	100 Hz	– 15	– 16.5		– 13.5
		0	– 1.5		+ 1.5
		P _{MAX}	P _{MAX} – 1.5		P _{MAX} + 1.5
	300 Hz	– 15	– 16.5		– 13.5
		0	– 1.5		+ 1.5
		P _{MAX}	P _{MAX} – 1.5		P _{MAX} + 1.5
1 kHz	– 15	– 16.5		– 13.5	
	0	– 1.5		+ 1.5	
	P _{MAX}	P _{MAX} – 1.5		P _{MAX} + 1.5	
все модели; опции 22 + 4(5)	3 kHz	– 15	– 16.5		– 13.5
		0	– 1.5		+ 1.5
		P _{MAX}	P _{MAX} – 1.5		P _{MAX} + 1.5
	10 kHz	– 15	– 16.5		– 13.5
		0	– 1.5		+ 1.5
		P _{MAX}	P _{MAX} – 1.5		P _{MAX} + 1.5
	30 kHz	– 15	– 16.5		– 13.5
		0	– 1.5		+ 1.5
		P _{MAX}	P _{MAX} – 1.5		P _{MAX} + 1.5
	100 kHz	– 15	– 16.5		– 13.5
		0	– 1.5		+ 1.5
		P _{MAX}	P _{MAX} – 1.5		P _{MAX} + 1.5
	300 kHz	– 15	– 16.5		– 13.5
		0	– 1.5		+ 1.5
		P _{MAX}	P _{MAX} – 1.5		P _{MAX} + 1.5
	1 MHz	– 15	– 16.5		– 13.5
		0	– 1.5		+ 1.5
		P _{MAX}	P _{MAX} – 1.5		P _{MAX} + 1.5
3 MHz	– 15	– 16.5		– 13.5	
	0	– 1.5		+ 1.5	
	P _{MAX}	P _{MAX} – 1.5		P _{MAX} + 1.5	
все модели; опция 4(5)	10 MHz	– 15	– 16.5		– 13.5
		0	– 1.5		+ 1.5
		P _{MAX}	P _{MAX} – 1.5		P _{MAX} + 1.5
	30 MHz	– 15	– 16.0 (– 16.5)		– 14.0 (– 13.5)
		0	– 1.0 (– 1.5)		+ 1.0 (+ 1.5)
		P _{MAX}	P _{MAX} – 1.0 (– 1.5)		P _{MAX} + 1.0 (+ 1.5)

продолжение таблицы 7.3.2

1	2	3	4	5	6
все модели; опция 4(5)	100 MHz	- 15	- 16.0 (- 16.5)		- 14.0 (- 13.5)
		0	- 1.0 (- 1.5)		+ 1.0 (+ 1.5)
		P _{MAX}	P _{MAX} -1.0 (-1.5)		P _{MAX} + 1.0 (+1.5)
	300 MHz	- 15	- 16.0 (- 16.5)		- 14.0 (- 13.5)
		0	- 1.0 (- 1.5)		+ 1.0 (+ 1.5)
		P _{MAX}	P _{MAX} -1.0 (-1.5)		P _{MAX} + 1.0 (+1.5)
	1 GHz	- 15	- 16.0 (- 16.5)		- 14.0 (- 13.5)
		0	- 1.0 (- 1.5)		+ 1.0 (+ 1.5)
		P _{MAX}	P _{MAX} -1.0 (-1.5)		P _{MAX} + 1.0 (+1.5)
все модели	1.9 GHz	- 15	- 16.0 (- 16.5)		- 14.0 (- 13.5)
		0	- 1.0 (- 1.5)		+ 1.0 (+ 1.5)
		P _{MAX}	P _{MAX} -1.0 (-1.5)		P _{MAX} + 1.0 (+1.5)
	2.5 GHz	- 15	- 16.0 (- 16.5)		- 14.0 (- 13.5)
		0	- 1.0 (- 1.5)		+ 1.0 (+ 1.5)
		P _{MAX}	P _{MAX} -1.0 (-1.5)		P _{MAX} + 1.0 (+1.5)
все модели	5 GHz	- 15	- 16.0 (- 16.5)		- 14.0 (- 13.5)
		0	- 1.0 (- 1.5)		+ 1.0 (+ 1.5)
		P _{MAX}	P _{MAX} -1.0 (-1.5)		P _{MAX} + 1.0 (+1.5)
	7.5 GHz	- 15	- 16.0 (- 16.5)		- 14.0 (- 13.5)
		0	- 1.0 (- 1.5)		+ 1.0 (+ 1.5)
		P _{MAX}	P _{MAX} -1.0 (-1.5)		P _{MAX} + 1.0 (+1.5)
	10 GHz	- 15	- 16.0 (- 16.5)		- 14.0 (- 13.5)
		0	- 1.0 (- 1.5)		+ 1.0 (+ 1.5)
		P _{MAX}	P _{MAX} -1.0 (-1.5)		P _{MAX} + 1.0 (+1.5)
3692C 3693C 3694C	12.5 GHz	- 15	- 16.0 (- 16.5)		- 14.0 (- 13.5)
		0	- 1.0 (- 1.5)		+ 1.0 (+ 1.5)
		P _{MAX}	P _{MAX} -1.0 (-1.5)		P _{MAX} + 1.0 (+1.5)
	15 GHz	- 15	- 16.0 (- 16.5)		- 14.0 (- 13.5)
		0	- 1.0 (- 1.5)		+ 1.0 (+ 1.5)
		P _{MAX}	P _{MAX} -1.0 (-1.5)		P _{MAX} + 1.0 (+1.5)
	17.5 GHz	- 15	- 16.0 (- 16.5)		- 14.0 (- 13.5)
		0	- 1.0 (- 1.5)		+ 1.0 (+ 1.5)
		P _{MAX}	P _{MAX} -1.0 (-1.5)		P _{MAX} + 1.0 (+1.5)
20 GHz	- 15	- 16.0 (- 16.5)		- 14.0 (- 13.5)	
	0	- 1.0 (- 1.5)		+ 1.0 (+ 1.5)	
	P _{MAX}	P _{MAX} -1.0 (-1.5)		P _{MAX} + 1.0 (+1.5)	
3693C 3694C	22.5 GHz	- 15	- 16.0 (- 16.5)		- 14.0 (- 13.5)
		0	- 1.0 (- 1.5)		+ 1.0 (+ 1.5)
		P _{MAX}	P _{MAX} -1.0 (-1.5)		P _{MAX} + 1.0 (+1.5)
	25 GHz	- 15	- 16.0 (- 16.5)		- 14.0 (- 13.5)
		0	- 1.0 (- 1.5)		+ 1.0 (+ 1.5)
		P _{MAX}	P _{MAX} -1.0 (-1.5)		P _{MAX} + 1.0 (+1.5)
	27.5 GHz	- 15	- 16.0 (- 16.5)		- 14.0 (- 13.5)
		0	- 1.0 (- 1.5)		+ 1.0 (+ 1.5)
		P _{MAX}	P _{MAX} -1.0 (-1.5)		P _{MAX} + 1.0 (+1.5)

продолжение таблицы 7.3.2

1	2	3	4	5	6
3693C 3694C	31.5 GHz	- 15	- 16.0 (- 16.5)		- 14.0 (- 13.5)
		0	- 1.0 (- 1.5)		+ 1.0 (+ 1.5)
		P _{MAX}	P _{MAX} - 1.0 (- 1.5)		P _{MAX} + 1.0 (+ 1.5)
3694C	34 GHz	- 15	- 16.0 (- 16.5)		- 14.0 (- 13.5)
		0	- 1.0 (- 1.5)		+ 1.0 (+ 1.5)
		P _{MAX}	P _{MAX} - 1.0 (- 1.5)		P _{MAX} + 1.0 (+ 1.5)
	37 GHz	- 15	- 16.0 (- 16.5)		- 14.0 (- 13.5)
		0	- 1.0 (- 1.5)		+ 1.0 (+ 1.5)
		P _{MAX}	P _{MAX} - 1.0 (- 1.5)		P _{MAX} + 1.0 (+ 1.5)
	40 GHz	- 15	- 16.0 (- 16.5)		- 14.0 (- 13.5)
		0	- 1.0 (- 1.5)		+ 1.0 (+ 1.5)
		P _{MAX}	P _{MAX} - 1.0 (- 1.5)		P _{MAX} + 1.0 (+ 1.5)

7.3.3. Определение погрешности установки уровня мощности < - 15 dBm (для приборов с опцией 2)

7.3.3.1. Выполнить соединение приборов по схеме, показанной на рисунке 1, как указано в пункте 7.3.1.1.

7.3.3.2. Выполнить установки на анализаторе спектра:

[Amplitude], Reference Level - 10 dBm

[Span] 1 kHz

[BW], RBW 10 Hz, VBW 1 Hz

7.3.3.3. Сделать установки на приборе:

[Level] - 15 dBm.

[Frequency]: установить первое значение частоты, указанное в столбце 2 таблицы 7.3.3 для исполнения прибора, указанного в столбце 1 таблицы 7.3.3.

7.3.3.4. Установить на анализаторе спектра центральную частоту:

[Frequency], Center Frequency: значение в соответствии с пунктом 7.3.3.3

7.3.3.5. Найти пик сигнала на экране анализатора спектра и затем включить режим дельта-маркера:

[Peak Search]

[Marker], Delta

7.3.3.6. Устанавливать на данной частоте следующие значения уровня, указанные в столбце 2 таблицы 7.3.3.

Нажимать на анализаторе спектра клавишу [Peak Search] и записывать отсчеты дельта-маркера в столбец 3 таблицы 7.3.3.

При устанавливаемом уровне - 85 dBm и ниже в случае флуктуаций отсчета дельта-маркера более ± 0.1 dB ввести на анализаторе спектра усреднения:

[BW/Avg], Average On, 10

Нажать клавишу [Peak Search], выждать завершения усреднения по 10-ти циклам (количество циклов VAvg отображается в левой стороне дисплея), и записать отсчет дельта-маркера.

После измерения при уровне – 100 dBm отключить на анализаторе спектра усреднения и дельта-маркер:

[BW/Avg], Average Off
[Marker], Normal

Таблица 7.3.3. Уровень мощности < – 15 dBm (опция 2)

Модель и опция	Частота	Уровень, dBm	Отсчет дельта-маркера анализатора спектра, dBm	Нижний предел допускаемых значений, dBm	Измеренное значение уровня, dBm	Верхний предел допускаемых значений, dBm
1	2	3	4	5	6	7
все модели опции 2 + 22 + 4(5)	1 MHz	- 15	0.00 (MkrΔ)	-	P ₍₋₁₅₎ =	-
		- 25		- 26.0 (- 26.5)		- 24.0 (- 23.5)
		- 35		- 36.0 (- 36.5)		- 34.0 (- 33.5)
		- 45		- 46.0 (- 46.5)		- 44.0 (- 43.5)
		- 55		- 56.0 (- 56.5)		- 54.0 (- 53.5)
		- 65		- 66.0 (- 66.5)		- 64.0 (- 63.5)
		- 75		- 76.0 (- 76.5)		- 74.0 (- 73.5)
		- 85		- 86.0 (- 86.5)		- 84.0 (- 83.5)
		- 95		- 96.0 (- 96.5)		- 94.0 (- 93.5)
		- 100		- 101.0 (- 101.5)		- 99.0 (- 98.5)
все модели опции 2 + 4(5)	10 MHz	- 15	0.00 (MkrΔ)	-	P ₍₋₁₅₎ =	-
		- 25		- 26.0 (- 26.5)		- 24.0 (- 23.5)
		- 35		- 36.0 (- 36.5)		- 34.0 (- 33.5)
		- 45		- 46.0 (- 46.5)		- 44.0 (- 43.5)
		- 55		- 56.0 (- 56.5)		- 54.0 (- 53.5)
		- 65		- 66.0 (- 66.5)		- 64.0 (- 63.5)
		- 75		- 76.0 (- 76.5)		- 74.0 (- 73.5)
		- 85		- 86.0 (- 86.5)		- 84.0 (- 83.5)
		- 95		- 96.0 (- 96.5)		- 94.0 (- 93.5)
		- 100		- 101.0 (- 101.5)		- 99.0 (- 98.5)
все модели опции 2 + 4(5)	100 MHz	- 15	0.00 (MkrΔ)	-	P ₍₋₁₅₎ =	-
		- 25		- 26.0 (- 26.5)		- 24.0 (- 23.5)
		- 35		- 36.0 (- 36.5)		- 34.0 (- 33.5)
		- 45		- 46.0 (- 46.5)		- 44.0 (- 43.5)
		- 55		- 56.0 (- 56.5)		- 54.0 (- 53.5)
		- 65		- 66.0 (- 66.5)		- 64.0 (- 63.5)
		- 75		- 76.0 (- 76.5)		- 74.0 (- 73.5)
		- 85		- 86.0 (- 86.5)		- 84.0 (- 83.5)
		- 95		- 96.0 (- 96.5)		- 94.0 (- 93.5)
		- 100		- 101.0 (- 101.5)		- 99.0 (- 98.5)

продолжение таблицы 7.3.3

1	2	3	4	5	6	7
все модели опции 2 + 4(5)	1 GHz	- 15	0.00 (MkrΔ)	-	$P_{(-15)} =$	-
		- 25		- 26.0 (- 26.5)		- 24.0 (- 23.5)
		- 35		- 36.0 (- 36.5)		- 34.0 (- 33.5)
		- 45		- 46.0 (- 46.5)		- 44.0 (- 43.5)
		- 55		- 56.0 (- 56.5)		- 54.0 (- 53.5)
		- 65		- 66.0 (- 66.5)		- 64.0 (- 63.5)
		- 75		- 76.0 (- 76.5)		- 74.0 (- 73.5)
		- 85		- 86.0 (- 86.5)		- 84.0 (- 83.5)
		- 95		- 96.0 (- 96.5)		- 94.0 (- 93.5)
		- 100		- 101.0 (- 101.5)		- 99.0 (- 98.5)
все модели опция 2	2.5 GHz	- 15	0.00 (MkrΔ)	-	$P_{(-15)} =$	-
		- 25		- 26.0 (- 26.5)		- 24.0 (- 23.5)
		- 35		- 36.0 (- 36.5)		- 34.0 (- 33.5)
		- 45		- 46.0 (- 46.5)		- 44.0 (- 43.5)
		- 55		- 56.0 (- 56.5)		- 54.0 (- 53.5)
		- 65		- 66.0 (- 66.5)		- 64.0 (- 63.5)
		- 75		- 76.0 (- 76.5)		- 74.0 (- 73.5)
		- 85		- 86.0 (- 86.5)		- 84.0 (- 83.5)
		- 95		- 96.0 (- 96.5)		- 94.0 (- 93.5)
		- 100		- 101.0 (- 101.5)		- 99.0 (- 98.5)
все модели опция 2	5 GHz	- 15	0.00 (MkrΔ)	-	$P_{(-15)} =$	-
		- 25		- 26.0 (- 26.5)		- 24.0 (- 23.5)
		- 35		- 36.0 (- 36.5)		- 34.0 (- 33.5)
		- 45		- 46.0 (- 46.5)		- 44.0 (- 43.5)
		- 55		- 56.0 (- 56.5)		- 54.0 (- 53.5)
		- 65		- 66.0 (- 66.5)		- 64.0 (- 63.5)
		- 75		- 76.0 (- 76.5)		- 74.0 (- 73.5)
		- 85		- 86.0 (- 86.5)		- 84.0 (- 83.5)
		- 95		- 96.0 (- 96.5)		- 94.0 (- 93.5)
		- 100		- 101.0 (- 101.5)		- 99.0 (- 98.5)
все модели опция 2	7.5 GHz	- 15	0.00 (MkrΔ)	-	$P_{(-15)} =$	-
		- 25		- 26.0 (- 26.5)		- 24.0 (- 23.5)
		- 35		- 36.0 (- 36.5)		- 34.0 (- 33.5)
		- 45		- 46.0 (- 46.5)		- 44.0 (- 43.5)
		- 55		- 56.0 (- 56.5)		- 54.0 (- 53.5)
		- 65		- 66.0 (- 66.5)		- 64.0 (- 63.5)
		- 75		- 76.0 (- 76.5)		- 74.0 (- 73.5)
		- 85		- 86.0 (- 86.5)		- 84.0 (- 83.5)
		- 95		- 96.0 (- 96.5)		- 94.0 (- 93.5)
		- 100		- 101.0 (- 101.5)		- 99.0 (- 98.5)
все модели опция 2	10 GHz	- 15	0.00 (MkrΔ)	-	$P_{(-15)} =$	-
		- 25		- 26.0 (- 26.5)		- 24.0 (- 23.5)
		- 35		- 36.0 (- 36.5)		- 34.0 (- 33.5)
		- 45		- 46.0 (- 46.5)		- 44.0 (- 43.5)
		- 55		- 56.0 (- 56.5)		- 54.0 (- 53.5)
		- 65		- 66.0 (- 66.5)		- 64.0 (- 63.5)

продолжение таблицы 7.3.3

1	2	3	4	5	6	7
все модели опция 2	10 GHz	- 75		- 76.0 (- 76.5)		- 74.0 (- 73.5)
		- 85		- 86.0 (- 86.5)		- 84.0 (- 83.5)
		- 95		- 96.0 (- 96.5)		- 94.0 (- 93.5)
		- 100		- 101.0 (- 101.5)		- 99.0 (- 98.5)
3692C 3693C 3694C опция 2	12.5 GHz	- 15	0.00 (MkrΔ)	-	P ₍₋₁₅₎ =	-
		- 25		- 26.0 (- 26.5)		- 24.0 (- 23.5)
		- 35		- 36.0 (- 36.5)		- 34.0 (- 33.5)
		- 45		- 46.0 (- 46.5)		- 44.0 (- 43.5)
		- 55		- 56.0 (- 56.5)		- 54.0 (- 53.5)
		- 65		- 66.0 (- 66.5)		- 64.0 (- 63.5)
		- 75		- 76.0 (- 76.5)		- 74.0 (- 73.5)
		- 85		- 86.0 (- 86.5)		- 84.0 (- 83.5)
		- 95		- 96.0 (- 96.5)		- 94.0 (- 93.5)
3692C 3693C 3694C опция 2	15 GHz	- 15	0.00 (MkrΔ)	-	P ₍₋₁₅₎ =	-
		- 25		- 26.0 (- 26.5)		- 24.0 (- 23.5)
		- 35		- 36.0 (- 36.5)		- 34.0 (- 33.5)
		- 45		- 46.0 (- 46.5)		- 44.0 (- 43.5)
		- 55		- 56.0 (- 56.5)		- 54.0 (- 53.5)
		- 65		- 66.0 (- 66.5)		- 64.0 (- 63.5)
		- 75		- 76.0 (- 76.5)		- 74.0 (- 73.5)
		- 85		- 86.0 (- 86.5)		- 84.0 (- 83.5)
		- 95		- 96.0 (- 96.5)		- 94.0 (- 93.5)
3692C 3693C 3694C опция 2	17.5 GHz	- 15	0.00 (MkrΔ)	-	P ₍₋₁₅₎ =	-
		- 25		- 26.0 (- 26.5)		- 24.0 (- 23.5)
		- 35		- 36.0 (- 36.5)		- 34.0 (- 33.5)
		- 45		- 46.0 (- 46.5)		- 44.0 (- 43.5)
		- 55		- 56.0 (- 56.5)		- 54.0 (- 53.5)
		- 65		- 66.0 (- 66.5)		- 64.0 (- 63.5)
		- 75		- 76.0 (- 76.5)		- 74.0 (- 73.5)
		- 85		- 86.0 (- 86.5)		- 84.0 (- 83.5)
		- 95		- 96.0 (- 96.5)		- 94.0 (- 93.5)
3692C 3693C 3694C опция 2	20 GHz	- 15	0.00 (MkrΔ)	-	P ₍₋₁₅₎ =	-
		- 25		- 26.0 (- 26.5)		- 24.0 (- 23.5)
		- 35		- 36.0 (- 36.5)		- 34.0 (- 33.5)
		- 45		- 46.0 (- 46.5)		- 44.0 (- 43.5)
		- 55		- 56.0 (- 56.5)		- 54.0 (- 53.5)
		- 65		- 66.0 (- 66.5)		- 64.0 (- 63.5)
		- 75		- 76.0 (- 76.5)		- 74.0 (- 73.5)
		- 85		- 86.0 (- 86.5)		- 84.0 (- 83.5)
		- 95		- 96.0 (- 96.5)		- 94.0 (- 93.5)
		- 100		- 101.0 (- 101.5)		- 99.0 (- 98.5)

продолжение таблицы 7.3.3

1	2	3	4	5	6	7
3693С 3694С опция 2	22.5 GHz	- 15	0.00 (MkrΔ)	-	$P_{(-15)} =$	-
		- 25		- 26.0 (- 26.5)		- 24.0 (- 23.5)
		- 35		- 36.0 (- 36.5)		- 34.0 (- 33.5)
		- 45		- 46.0 (- 46.5)		- 44.0 (- 43.5)
		- 55		- 56.0 (- 56.5)		- 54.0 (- 53.5)
		- 65		- 66.0 (- 66.5)		- 64.0 (- 63.5)
		- 75		- 76.0 (- 76.5)		- 74.0 (- 73.5)
		- 85		- 86.0 (- 86.5)		- 84.0 (- 83.5)
		- 95		- 96.0 (- 96.5)		- 94.0 (- 93.5)
		- 100		- 101.0 (- 101.5)		- 99.0 (- 98.5)
3693С 3694С опция 2	25 GHz	- 15	0.00 (MkrΔ)	-	$P_{(-15)} =$	-
		- 25		- 26.0 (- 26.5)		- 24.0 (- 23.5)
		- 35		- 36.0 (- 36.5)		- 34.0 (- 33.5)
		- 45		- 46.0 (- 46.5)		- 44.0 (- 43.5)
		- 55		- 56.0 (- 56.5)		- 54.0 (- 53.5)
		- 65		- 66.0 (- 66.5)		- 64.0 (- 63.5)
		- 75		- 76.0 (- 76.5)		- 74.0 (- 73.5)
		- 85		- 86.0 (- 86.5)		- 84.0 (- 83.5)
		- 95		- 96.0 (- 96.5)		- 94.0 (- 93.5)
		- 100		- 101.0 (- 101.5)		- 99.0 (- 98.5)
3693С 3694С опция 2	27.5 GHz	- 15	0.00 (MkrΔ)	-	$P_{(-15)} =$	-
		- 25		- 26.0 (- 26.5)		- 24.0 (- 23.5)
		- 35		- 36.0 (- 36.5)		- 34.0 (- 33.5)
		- 45		- 46.0 (- 46.5)		- 44.0 (- 43.5)
		- 55		- 56.0 (- 56.5)		- 54.0 (- 53.5)
		- 65		- 66.0 (- 66.5)		- 64.0 (- 63.5)
		- 75		- 76.0 (- 76.5)		- 74.0 (- 73.5)
		- 85		- 86.0 (- 86.5)		- 84.0 (- 83.5)
		- 95		- 96.0 (- 96.5)		- 94.0 (- 93.5)
		- 100		- 101.0 (- 101.5)		- 99.0 (- 98.5)
3693С 3694С опция 2	31.5 GHz	- 15	0.00 (MkrΔ)	-	$P_{(-15)} =$	-
		- 25		- 26.0 (- 26.5)		- 24.0 (- 23.5)
		- 35		- 36.0 (- 36.5)		- 34.0 (- 33.5)
		- 45		- 46.0 (- 46.5)		- 44.0 (- 43.5)
		- 55		- 56.0 (- 56.5)		- 54.0 (- 53.5)
		- 65		- 66.0 (- 66.5)		- 64.0 (- 63.5)
		- 75		- 76.0 (- 76.5)		- 74.0 (- 73.5)
		- 85		- 86.0 (- 86.5)		- 84.0 (- 83.5)
		- 95		- 96.0 (- 96.5)		- 94.0 (- 93.5)
		- 100		- 101.0 (- 101.5)		- 99.0 (- 98.5)
3694С опция 2	34 GHz	- 15	0.00 (MkrΔ)	-	$P_{(-15)} =$	-
		- 25		- 26.0 (- 26.5)		- 24.0 (- 23.5)
		- 35		- 36.0 (- 36.5)		- 34.0 (- 33.5)
		- 45		- 46.0 (- 46.5)		- 44.0 (- 43.5)
		- 55		- 56.0 (- 56.5)		- 54.0 (- 53.5)
		- 65		- 66.0 (- 66.5)		- 64.0 (- 63.5)
		- 75		- 76.0 (- 76.5)		- 74.0 (- 73.5)

продолжение таблицы 7.3.3

1	2	3	4	5	6	7
3694С опция 2	34 GHz	- 85		- 86.0 (- 86.5)		- 84.0 (- 83.5)
		- 95		- 96.0 (- 96.5)		- 94.0 (- 93.5)
		- 100		- 101.0 (- 101.5)		- 99.0 (- 98.5)
3694С опция 2	37 GHz	- 15	0.00 (MkrΔ)	-	$P_{(-15)} =$	-
		- 25		- 26.0 (- 26.5)		- 24.0 (- 23.5)
		- 35		- 36.0 (- 36.5)		- 34.0 (- 33.5)
		- 45		- 46.0 (- 46.5)		- 44.0 (- 43.5)
		- 55		- 56.0 (- 56.5)		- 54.0 (- 53.5)
		- 65		- 66.0 (- 66.5)		- 64.0 (- 63.5)
		- 75		- 76.0 (- 76.5)		- 74.0 (- 73.5)
		- 85		- 86.0 (- 86.5)		- 84.0 (- 83.5)
		- 95		- 96.0 (- 96.5)		- 94.0 (- 93.5)
		- 100		- 101.0 (- 101.5)		- 99.0 (- 98.5)
3694С опция 2	40 GHz	- 15	0.00 (MkrΔ)	-	$P_{(-15)} =$	-
		- 25		- 26.0 (- 26.5)		- 24.0 (- 23.5)
		- 35		- 36.0 (- 36.5)		- 34.0 (- 33.5)
		- 45		- 46.0 (- 46.5)		- 44.0 (- 43.5)
		- 55		- 56.0 (- 56.5)		- 54.0 (- 53.5)
		- 65		- 66.0 (- 66.5)		- 64.0 (- 63.5)
		- 75		- 76.0 (- 76.5)		- 74.0 (- 73.5)
		- 85		- 86.0 (- 86.5)		- 84.0 (- 83.5)
		- 95		- 96.0 (- 96.5)		- 94.0 (- 93.5)
		- 100		- 101.0 (- 101.5)		- 99.0 (- 98.5)

7.3.3.7. Выполнить действия по пунктам 7.3.3.3 – 7.3.3.6 для остальных значений частоты, указанных в столбце 2 таблицы 7.3.3.

7.3.3.8. Переписать из столбца 5 таблицы 7.3.2 в столбец 6 таблицы 7.3.3 измеренные значения уровня при установленных на приборе значениях – 15 dBm на соответствующих частотах.

7.3.3.9. Рассчитать измеренные значения уровня по формуле

$$P_M = P_{(-15)} + \Delta_M,$$

где Δ_M – отсчет дельта-маркера анализатора спектра, $P_{(-15)}$ – записанные в столбце 5 таблицы 7.3.2 отсчеты ваттметра при уровне – 15 dBm.

Например, отсчет дельта-маркера анализатора спектра на частоте 1 MHz при установленном на приборе уровне – 65 dBm равен $\Delta_M = - 50.12$ dB, а отсчет ваттметра на этой частоте при установленном на приборе уровне – 15 dBm на этой частоте равен $P_{(-15)} = - 15.35$ dBm. Измеренное значение P_M будет равно $P_M = (- 15.35) + (- 50.12) = - 65.47$ dBm.

Записать полученные значения уровня мощности P_M в столбец 6 таблицы 7.3.3.

ПРИМЕЧАНИЕ: в столбцах 5 и 7 таблицы 7.3.3 в скобках указаны предельные допускаемые значения для приборов с опцией 15.

7.3.4. Определение погрешности установки уровня мощности > + 20 dBm (для приборов с опцией 15)

Для моделей 3693C, 3694C с опцией 15 операция выполняется при отсутствии опций 2, 4(5).

7.3.4.1. Выполнить соединение приборов по схеме, показанной на рисунке 1, как указано в пункте 7.3.1.1.

7.3.4.2. Выполнить установки на анализаторе спектра:

[Amplitude], Reference Level + 30 dBm

[Span] 10 kHz

[BW], RBW 100 Hz, VBW 10 Hz

7.3.4.3. Нажать на приборе клавиши [SYSTEM], Reset.

Установить клавишей [Frequency] первое значение частоты сигнала, указанное в столбце 2 таблицы 7.3.3 для исполнения прибора, указанного в столбце 1 таблицы 7.3.4.

Установить клавишей [Level] уровень + 20 dBm.

7.3.4.4. Установить на анализаторе спектра центральную частоту:

[Frequency], Center Frequency: значение в соответствии с пунктом 7.3.3.3

7.3.4.5. Найти пик сигнала на экране анализатора спектра и затем включить режим дельта-маркера:

[Peak Search]

[Marker], Delta

Записать отсчет дельта-маркера анализатора спектра в столбце 4 таблицы 7.3.4.

7.3.4.6. Установить на данной частоте следующее значение уровня, указанное в столбце 3 таблицы 7.3.4.

Записывать отсчеты дельта-маркера анализатора спектра в столбце 4 таблицы 7.3.4.

7.3.4.7. Выполнить действия по пунктам 7.3.4.3 – 7.3.4.5.

7.3.4.8. Переписать из столбца 5 таблицы 7.3.2 в столбец 6 таблицы 7.3.4 измеренные значения уровня при установленных на приборе значениях + 20 dBm на соответствующих частотах.

7.3.4.9. Рассчитать измеренные значения уровня по формуле

$$P_M = P_{(20)} + \Delta_M,$$

где Δ_M – отсчет дельта-маркера анализатора спектра, $P_{(20)}$ – записанные в столбце 5 таблицы 7.3.2 отсчеты ваттметра при уровне + 20 dBm.

Например, отсчет дельта-маркера анализатора спектра на частоте 2.5 GHz при установленном на приборе уровне + 26 dBm равен $\Delta_M = + 5.82$ dB, а отсчет ваттметра на этой частоте при установленном на приборе уровне + 20 dBm на этой частоте равен $P_{(-20)} = + 19.75$ dBm. Измеренное значение P_M будет равно $P_M = (+ 19.75) + (+ 5.82 \text{ dB}) = + 25.57$ dBm.

Записать полученные значения уровня мощности P_M в столбец 6 таблицы 7.3.4.

Таблица 7.3.4. Уровень мощности > + 20 dBm (опция 15)

Модель и опция	Частота	Уровень, dBm	Отчет дельта-маркера анализатора спектра, dBm	Нижний предел допускаемых значений, dBm	Измеренное значение уровня, dBm	Верхний предел допускаемых значений, dBm
1	2	3	4	5	6	7
3691C 3692C	2.5 GHz	+ 20	0.00 (MkrΔ)	-	P ₍₂₀₎ =	-
		+ 26		+ 24.5		+ 27.5
3691C 3692C	5 GHz	+ 20	0.00 (MkrΔ)	-	P ₍₂₀₎ =	-
		+ 26		+ 24.5		+ 27.5
3691C 3692C	7.5 GHz	+ 20	0.00 (MkrΔ)	-	P ₍₂₀₎ =	-
		+ 26		+ 24.5		+ 27.5
3691C 3692C	10 GHz	+ 20	0.00 (MkrΔ)	-	P ₍₂₀₎ =	-
		+ 26		+ 24.5		+ 27.5
3693C 3694C	2.5 GHz	+ 20	0.00 (MkrΔ)	-	P ₍₂₀₎ =	-
		+ 23		+ 21.5		+ 24.5
3693C 3694C	5 GHz	+ 20	0.00 (MkrΔ)	-	P ₍₂₀₎ =	-
		+ 23		+ 21.5		+ 24.5
3693C 3694C	7.5 GHz	+ 20	0.00 (MkrΔ)	-	P ₍₂₀₎ =	-
		+ 23		+ 21.5		+ 24.5
3693C 3694C	10 GHz	+ 20	0.00 (MkrΔ)	-	P ₍₂₀₎ =	-
		+ 23		+ 21.5		+ 24.5
3692C	12.5 GHz	+ 20	0.00 (MkrΔ)	-	P ₍₂₀₎ =	-
		+ 25		+ 23.5		+ 26.5
3692C	15 GHz	+ 20	0.00 (MkrΔ)	-	P ₍₂₀₎ =	-
		+ 25		+ 23.5		+ 26.5
3692C	17.5 GHz	+ 20	0.00 (MkrΔ)	-	P ₍₂₀₎ =	-
		+ 23		+ 21.5		+ 24.5
3692C	20 GHz	+ 20	0.00 (MkrΔ)	-	P ₍₂₀₎ =	-
		+ 23		+ 21.5		+ 24.5
3693C 3694C	12.5 GHz	+ 20	0.00 (MkrΔ)	-	P ₍₂₀₎ =	-
		+ 23		+ 21.5		+ 24.5
3693C 3694C	15 GHz	+ 20	0.00 (MkrΔ)	-	P ₍₂₀₎ =	-
		+ 23		+ 21.5		+ 24.5
3693C 3694C	17.5 GHz	+ 20	0.00 (MkrΔ)	-	P ₍₂₀₎ =	-
		+ 23		+ 21.5		+ 24.5
3693C 3694C	20 GHz	+ 20	0.00 (MkrΔ)	-	P ₍₂₀₎ =	-
		+ 23		+ 21.5		+ 24.5

7.3.5. Определение погрешности установки девиации ЧМ с внешней модуляцией (опция 12 или 28)

7.3.5.1. Выполнить соединение приборов по схеме, показанной на рисунке 3.

Соединить кабелем BNC(m-m) выход "10 MHz Ref Out" прибора с входом "Ref In" анализатора спектра.

Используя адаптер 2.92 mm(m)-2.4 mm(m) и кабель 2.4 mm(f-f), соединить выход "RF Output" прибора с входом "RF Input" анализатора спектра.

Установить на выход "BNC+" низкочастотного генератора тройник BNC(m,f,f).

Соединить кабелем BNC(m-m) одно из выходных плеч тройника с входом "FM/ФМ IN" поверяемого прибора.

Соединить кабелем BNC(m)-banana(m,m) другое выходное плечо тройника с входными гнездами "HI" и "LO" мультиметра.

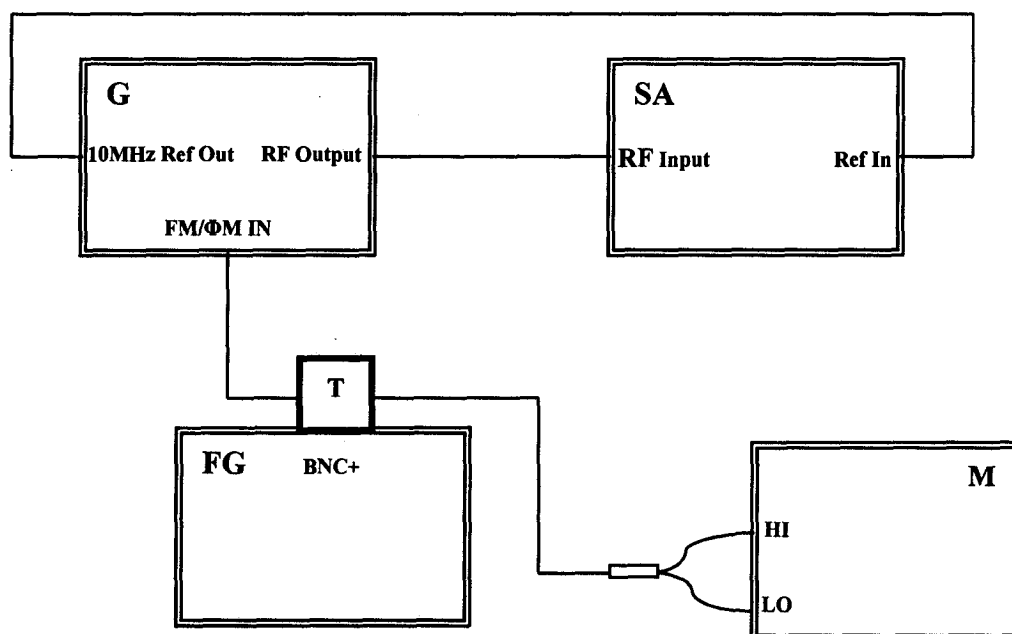


Рисунок 3

G – поверяемый прибор
SA – анализатор спектра
FG – генератор низкочастотный
M – мультиметр
T – тройник BNC

7.3.5.2. Нажать на приборе клавиши [SYSTEM], Reset.

7.3.5.3. Установить на мультиметре режим переменного напряжения, предел 1 V.

7.3.5.4. Установить на низкочастотном генераторе выход синусоидального сигнала на нагрузку 50 Ω с параметрами:

[Frequency] 8.316 kHz
[Amplitude] 1.6 V p-p

7.3.5.5. Сделать на анализаторе спектра следующие установки:

[Frequency], Center Frequency 2.5 GHz
[Amplitude], Reference Level 0 dBm
[SPAN] 50 kHz
[BW/Avg], RBW 300 Hz, VBW 100 Hz

7.3.5.6. Сделать установки на приборе:

[Level] 0 dBm

[Frequency] 2.5 GHz

[Modulation], FM, External, Mode, Locked, Previous

Edit Sensitivity, 20 kHz/V

Нажать дисплейную клавишу On/Off для включения модуляции.

7.3.5.7. Убедиться в наличии спектральных составляющих сигнала на анализаторе спектра.

Увеличивая и плавно подстраивая уровень напряжения на низкочастотном генераторе, найти первый ноль функции Бесселя (индекс модуляции 2.405) в спектре наблюдаемого сигнала. При этом уровень спектральной составляющей на центральной частоте должен быть минимальным (вблизи уровня шумовой дорожки).

Записать отсчет на мультиметре (три значащих цифры) в столбец 4 таблицы 7.3.5 для частоты 2.5 GHz. Он должен быть равен примерно 0.7 V rms.

Таблица 7.3.5. Внешняя ЧМ

Несущая частота, GHz	Частота модуляции, kHz	Коэффициент преобразования (Sensitivity)	Отсчет на мультиметре, V rms	Нижний предел допускаемых значений	Измеренное значение девиации частоты	Верхний предел допускаемых значений
1	2	3	4	5	6	7
2.5	8.316	20 kHz/V		18.0 kHz		22.0 kHz
	99.79	240 kHz/V		216 kHz		264 kHz
	98.56	2.4 MHz/V		2.16 MHz		2.64 MHz
6.0	8.316	20 kHz/V		18.0 kHz		22.0 kHz
	99.79	240 kHz/V		216 kHz		264 kHz
	98.56	2.4 MHz/V		2.16 MHz		2.64 MHz

7.3.5.8. Установить на низкочастотном генераторе параметры сигнала:

[Frequency] 99.79 kHz

[Amplitude] 1.6 V p-p

7.3.5.9. Установить на анализаторе спектра:

[SPAN] 500 kHz

[BW/Avg], RBW 3 kHz, VBW 100 Hz

7.3.5.10. Сделать установки на приборе:

[Modulation], Edit Sensitivity, 240 kHz/V

7.3.5.11. Убедиться в наличии спектральных составляющих сигнала на экране анализатора спектра.

Увеличивая и плавно подстраивая уровень напряжения на низкочастотном генераторе, найти первый ноль функции Бесселя (индекс модуляции 2.405) в спектре наблюдаемого сигнала. При этом уровень спектральной составляющей на центральной частоте должен быть минимальным (вблизи уровня шумовой дорожки).

Записать отсчет на мультиметре (три значащих цифры) в столбец 4 таблицы 7.3.5 для частоты 2.5 GHz. Он должен быть равен примерно 0.7 V rms.

7.3.5.12. Установить на низкочастотном генераторе параметры сигнала:

[Frequency] 98.56 kHz

[Amplitude] 0.05 V p-p

7.3.5.13. Сделать установки на приборе:

[Modulation], Edit Sensitivity, 2.4 MHz/V

7.3.5.14. Убедиться в наличии спектральных составляющих сигнала на экране анализатора спектра.

Увеличивать ступенями по 10 mV уровень на низкочастотном генераторе и фиксировать нули функции Бесселя в спектре наблюдаемого сигнала по минимумам сигнала на центральной частоте.

Найдя восьмой ноль функции Бесселя (индекс модуляции 24.35), плавно перестраивать уровень на низкочастотном генераторе до такого положения, при котором уровень спектральной составляющей на центральной частоте находится вблизи уровня шумовой дорожки.

Записать отсчет на мультиметре (три значащих цифры) в столбец 4 таблицы 7.3.5 для частоты 2.5 GHz. Он должен быть равен примерно 0.7 V rms.

7.3.5.15. Выполнить пункты 7.3.5.4 – 7.3.5.14, установив несущую частоту на приборе и центральную частоту на анализаторе спектра 6.0 GHz.

7.3.5.16. Рассчитать и записать в столбец 6 таблицы 7.3.5 измеренные значения Fd девиации частоты по формуле

$$F_d = \sqrt{2} \cdot S \cdot U_{rms},$$

где S – коэффициент преобразования в столбце 3, U rms – отсчет уровня на мультиметре в столбце 4 таблицы 7.3.5.

7.3.6. Определение погрешности установки девиации ФМ с внешней модуляцией (опция 12 или 28)

Операция выполняется по схеме предыдущей операции.

7.3.6.1. Установить на мультиметре режим переменного напряжения с пределом 1 V.

7.3.6.2. Установить на низкочастотном генераторе параметры сигнала:

[Frequency] 99.79 kHz

[Amplitude] 1.6 V p-p

7.3.6.3. Сделать на анализаторе спектра следующие установки:

[Frequency], Center Frequency 2.5 GHz

[Amplitude], Reference Level 0 dBm

[SPAN] 500 kHz

[BW/Avg], RBW 3 kHz, VBW 100 Hz

7.3.6.4. Сделать установки на приборе:

[Level] 0 dBm

[Frequency] 2.5 GHz

[Modulation], ФМ, External, Mode, Wide, Previous

Edit Sensitivity, 2.4 rad/V

Нажать клавишу On/Off для включения модуляции.

7.3.6.5. Убедиться в наличии спектральных составляющих сигнала на экране анализатора спектра.

Увеличивая и плавно подстраивая уровень напряжения на низкочастотном генераторе, найти первый ноль функции Бесселя (индекс модуляции 2.405) в спектре наблюдаемого сигнала. При этом уровень спектральной составляющей на центральной частоте должен быть минимальным (вблизи уровня шумовой дорожки).

Записать отсчет на мультиметре (три значащих цифры) в столбец 4 таблицы 7.3.6 для частоты 2.5 GHz. Он должен быть равен примерно 0.7 V rms.

Таблица 7.3.6. Внешняя ФМ

Несущая частота, GHz	Показание мультиметра, V rms	Нижний предел допускаемых значений, rad	Измеренное значение девиации ФМ, rad	Верхний предел допускаемых значений, rad
1	2	3	4	5
2.5		2.16		2.64
6.0		2.16		2.64

7.3.6.6. Выполнить пункты 7.3.6.2 – 7.3.6.5, установив несущую частоту на поверяемом приборе и центральную частоту на анализаторе спектра 6.0 GHz.

7.3.6.7. Рассчитать и записать в столбец 4 таблицы 7.3.6 измеренные значения девиации ФМ по формуле

$$\Phi_d [\text{rad}] = \sqrt{2} \cdot S \cdot U_{\text{rms}},$$

где $S = 2.4 \text{ rad/V}$ – коэффициент преобразования в столбце 3, U_m – отсчет уровня на мультиметре в столбце 4 таблицы 7.3.6.

7.3.7. Определение погрешности установки девиации ЧМ с внутренней модуляцией (опции 12, 27 или 28)

7.3.7.1. Выполнить соединение приборов по схеме, показанной на рисунке 1, как указано в пункте 7.3.1.1.

7.3.7.2. Сделать на анализаторе спектра следующие установки:

[Frequency], Center Frequency 2.5 GHz

[Amplitude], Reference Level 0 dBm

[SPAN] 500 kHz

[BW/Avg], RBW 3 kHz, VBW 100 Hz

7.3.7.3. Сделать установки на приборе:

[Level] 0 dBm

[Frequency] 2.5 GHz

[Modulation], FM, Internal, Mode, Locked, Previous

Edit Rate, 99.79 kHz

Edit Deviation, 200 kHz

Нажать клавишу On/Off для включения модуляции.

7.3.7.4. Убедиться в наличии спектральных составляющих сигнала на анализаторе спектра.

Нажать клавишу Edit Deviation.

Увеличивая и плавно подстраивая девиацию ЧМ на приборе, найти первый ноль функции Бесселя (индекс модуляции 2.405) в спектре наблюдаемого сигнала. При этом уровень спектральной составляющей на центральной (несущей частоте) должен быть минимальным (вблизи уровня шумовой дорожки).

Записать установленное значение девиации ЧМ на приборе в столбец 3 таблицы 7.3.7 для частоты 2.5 GHz.

7.3.7.5. Установить центральную частоту на анализаторе спектра и несущую частоту на приборе 6.0 GHz.

7.3.7.6. Выполнить действия по пункту 7.3.7.4 для несущей частоты 6.0 GHz.

Таблица 7.3.7. Внутренняя ЧМ

Несущая частота, GHz	Нижний предел допускаемых значений, kHz	Измеренное значение девиации ЧМ, kHz	Верхний предел допускаемых значений, kHz
1	2	3	4
2.5	216		264
6.0	216		264

7.3.8. Определение погрешности установки девиации ФМ с внутренней модуляцией (опции 12, 27 или 28)

Операция выполняется по схеме предыдущей операции.

7.3.8.1. Сделать на анализаторе спектра следующие установки:

[Frequency], Center Frequency 2.5 GHz

[Amplitude], Reference Level 0 dBm

[SPAN] 500 kHz

[BW/Avg], RBW 3 kHz, VBW 100 Hz

7.3.8.2. Сделать установки на приборе:

[Level] 0 dBm

[Frequency] 2.5 GHz

[Modulation], ФМ, Internal, Mode, Wide, Previous

Edit Rate, 99.79 kHz

Edit Deviation, 2.00 rad

Нажать клавишу On/Off для включения модуляции.

7.3.8.3. Убедиться в наличии спектральных составляющих сигнала на анализаторе спектра. Нажать клавишу Edit Deviation.

Увеличивая и плавно подстраивая девиацию ФМ на приборе, найти первый ноль функции Бесселя (индекс модуляции 2.405) в спектре наблюдаемого сигнала. При этом уровень спектральной составляющей на центральной (несущей частоте) должен быть минимальным (вблизи уровня шумовой дорожки).

Записать установленное значение девиации ФМ на приборе в столбец 3 таблицы 7.3.8 для частоты 2.5 GHz.

7.3.8.4. Установить центральную частоту на анализаторе спектра и несущую частоту на приборе 6.0 GHz.

7.3.8.5. Выполнить действия по пункту 7.3.8.3 для несущей частоты 6.0 GHz.

Таблица 7.3.8. Внутренняя ФМ

Несущая частота, GHz	Нижний предел допускаемых значений, rad	Измеренное значение девиации ФМ, rad	Верхний предел допускаемых значений, rad
1	2	3	4
2.5	2.16		2.64
6.0	2.16		2.64

7.3.9. Определение погрешности установки коэффициента АМ с внешней модуляцией (опция 14 или 28)

7.3.9.1. Выполнить соединение приборов по схеме, показанной на рисунке 4.

Используя адаптер 2.92 mm(m)-2.4 mm(m) и кабель 2.4 mm(f-f), соединить выход "RF Output" прибора с входом "RF Input" анализатора спектра.

Соединить кабелем BNC(m-m) выход "10 MHz Ref Out" прибора с входом "Ref In" анализатора спектра.

Установить на выход "BNC+" низкочастотного генератора тройник BNC(m,f,f).

Соединить кабелем BNC(m-m) одно из выходных плеч тройника с входом "AM IN" поверяемого прибора.

Соединить кабелем BNC(m)-banana(m,m) другое выходное плечо тройника с входными гнездами "HI" и "LO" мультиметра.

7.3.9.2. Нажать на приборе клавиши [SYSTEM], Reset.

7.3.9.3. Установить на мультиметре режим переменного напряжения с пределом 1 V.

7.3.9.4. Установить на низкочастотном генераторе параметры сигнала:

[Frequency] 1 kHz

[Amplitude] 2.000 V p-p

Подстроить уровень напряжения таким образом, чтобы отсчет на мультиметре был равен 0.7071 V rms.

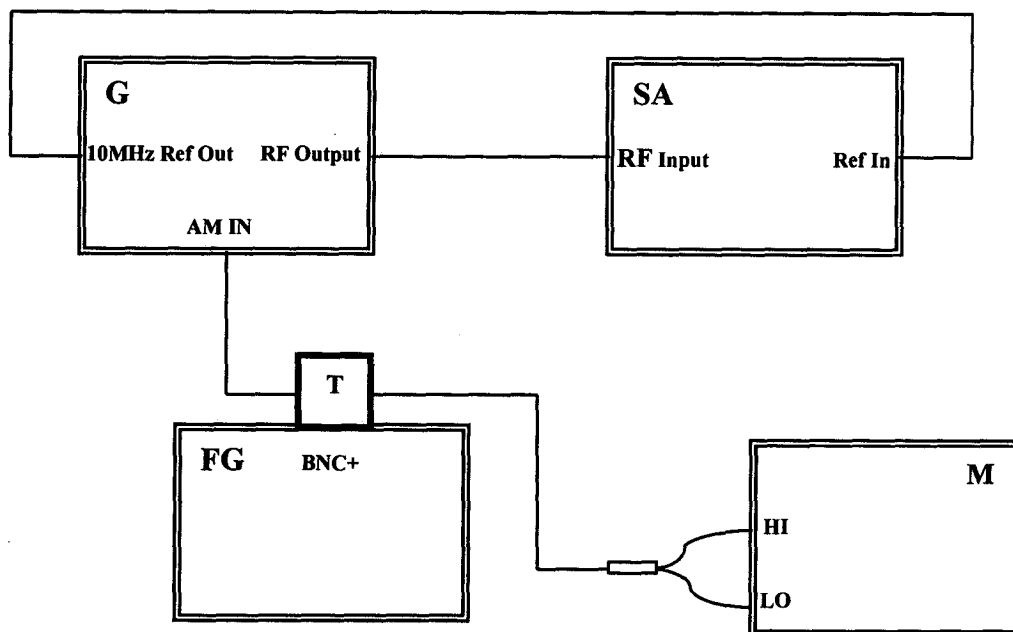


Рисунок 4

G – прибор
 SA – анализатор спектра
 FG – генератор низкочастотный
 M – мультиметр
 T – тройник BNC

7.3.9.5. Сделать на анализаторе спектра следующие установки:

[Frequency], Center Frequency 2.5 GHz
 [Amplitude], Reference Level + 10 dBm, Y Axis Units, Volts
 [SPAN] 2.5 kHz
 [BW/Avg], RBW 30 Hz, VBW 10 Hz, Average On, 10

7.3.9.6. Сделать установки на приборе:

[Level] + 5 dBm
 [Frequency] 2.5 GHz
 [Modulation], AM, External
Edit Sensitivity, 50 %/V

Нажать дисплейную клавишу On/Off для включения модуляции.

7.3.9.7. Убедиться в наличии на анализаторе спектра 3-х спектральных составляющих сигнала (на центральной частоте и на двух боковых частотах).

Запустить на анализаторе спектра однократную развертку нажатием клавиши [Single].

После завершения усреднения по 10-ти циклам (количество циклов VAvg отображается в левой стороне дисплея) включить дельта-маркер нажатием клавиш

[Peak Search], [Marker], Delta.

Нажать клавиши [Peak Search], Next Peak Left.

Записать относительный уровень сигнала на левой боковой частоте K_L в столбец 2 таблицы 7.3.9.

Дважды нажать клавишу Next Peak Right.

Записать относительный уровень сигнала на правой боковой частоте K_R в столбец 3 таблицы 7.3.9.

7.3.9.8. Отключить дельта-маркер и запустить непрерывную развертку на анализаторе спектра нажатием клавиш

[Marker], Normal

[Sweep], Sweep Cont

Таблица 7.3.9. Внешняя АМ

Несущая частота, GHz	Относительный уровень сигнала на боковой частоте, %		Нижнее допустимое значение КАМ, %	Измеренное значение КАМ, %	Верхнее допустимое значение КАМ, %
	левый K_L	правый K_R			
1	2	3	4	5	6
2.5			47.5		52.5
6.0			47.5		52.5

7.3.9.9. Установить на анализаторе спектра:

[Frequency], Center Frequency 6 GHz

7.3.9.10. Установить на приборе:

[Frequency] 6 GHz

7.3.9.11. Выполнить действия по пункту 7.3.9.7.

7.3.9.12. Рассчитать и записать в столбец 5 таблицы 7.3.9 измеренные значения коэффициента АМ по формуле

$$КАМ = (K_L + K_R).$$

7.3.10. Определение погрешности установки коэффициента АМ с внутренней модуляцией (опции 14, 27 или 28)

7.3.10.1. Выполнить соединение приборов по схеме, показанной на рисунке 1, как указано в пункте 7.3.1.1.

7.3.10.2. Сделать на анализаторе спектра следующие установки:

[Frequency], Center Frequency 2.5 GHz

[Amplitude], Reference Level + 10 dBm, Y Axis Units, Volts

[SPAN] 2.5 kHz

[BW/Avg], RBW 30 Hz, VBW 10 Hz, Average On, 10

7.3.10.3. Сделать установки на приборе:

[Level] + 5 dBm

[Frequency] 2.5 GHz

[Modulation], AM, Internal, Linear

Edit Rate, 1 kHz

Edit Depth, 50 %

Нажать клавишу On/Off для включения модуляции.

7.3.10.4. Убедиться в наличии на анализаторе спектра 3-х спектральных составляющих сигнала (на центральной частоте и на двух боковых частотах).

Запустить на анализаторе спектра однократную развертку нажатием клавиши [Single].

После завершения усреднения по 10-ти циклам (количество циклов V_{Avg} отображается в левой стороне дисплея) включить дельта-маркер нажатием клавиш

[Peak Search], [Marker], Delta.

Нажать клавиши [Peak Search], Next Peak Left.

Записать относительный уровень сигнала на левой боковой частоте K_L в столбец 2 таблицы 7.3.10.

Дважды нажать клавишу Next Peak Right.

Записать относительный уровень сигнала на правой боковой частоте K_R в столбец 3 таблицы 7.3.10.

7.3.10.5. Отключить дельта-маркер и запустить непрерывную развертку на анализаторе спектра нажатием клавиш

[Marker], Normal

[Sweep], Sweep Cont

7.3.10.6. Установить на анализаторе спектра:

[Frequency], Center Frequency 6 GHz

7.3.10.7. Установить на приборе:

[Frequency] 6 GHz

7.3.10.8. Выполнить действия по пункту 7.3.10.4.

Таблица 7.3.10. Внутренняя АМ

Несущая частота, GHz	Относительный уровень сигнала на боковой частоте, %		Нижнее допустимое значение КАМ, %	Измеренное значение КАМ, %	Верхнее допустимое значение КАМ, %
	левый K _L	правый K _R			
1	2	3	4	5	6
2.5			47.5		52.5
6.0			47.5		52.5

7.3.10.9. Рассчитать и записать в столбец 5 таблицы 7.3.10 измеренные значения коэффициента АМ по формуле

$$КАМ = (K_L + K_R).$$

8. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1. Протокол поверки

При выполнении операций поверки оформляется протокол в произвольной форме с указанием следующих сведений:

- полное наименование аккредитованной на право поверки организации;
- номер и дата протокола поверки
- наименование и обозначение поверенного средства измерения, установленные опции;
- заводской (серийный) номер;
- обозначение документа, по которому выполнена поверка;
- наименования, обозначения и заводские (серийные) номера использованных при поверке средств измерений, сведения об их последней поверке;
- температура и влажность в помещении;
- полученные значения метрологических характеристик;
- фамилия лица, проводившего поверку.

8.2. Свидетельство о поверке

При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке в соответствии с ПР50.2.006-94 с изменением № 1 от 26.11.2001.

Поверительное клеймо наносится в соответствии с ПР50.2.007-2001.

8.3. Извещение о непригодности

При отрицательных результатах поверки, выявленных при внешнем осмотре, опробовании или выполнении операций поверки, выдается извещение о непригодности в соответствии с ПР50.2.006-94 с изменением № 1 от 26.11.2001.

Приложение 1

Таблица П1. Значения максимального уровня мощности

опции	MG3691C	MG3692C	MG3693C	MG3694C
на частотах < 2 GHz				
4(5)	+ 19	+ 19	+ 15	+ 15
4(5) + 2	+ 18	+ 18	+ 14	+ 14
4(5) + 15	+ 19	+ 19	+ 17	+ 17
4(5) + 2 + 15	+ 18	+ 18	+ 16	+ 16
22 + 4(5)	+ 17	+ 17	+ 13	+ 13
22 + 4(5) + 2	+ 16	+ 16	+ 12	+ 12
22 + 4(5) + 15	+ 17	+ 17	+ 15	+ 15
22 + 4(5) + 2 + 15	+ 16	+ 16	+ 14	+ 14
на частотах 2,2 ... 10 GHz				
ст. исп.; 4(5)	+ 19	+ 19	+ 15	+ 15
22 + 4(5)	+ 17	+ 17	+ 13	+ 13
2	+ 18	+ 18	+ 14	+ 14
22 + 4(5) + 2	+ 16	+ 16	+ 12	+ 12
15	+ 26	+ 26	+ 23	+ 23
15 + 2	+ 25	+ 25	+ 21	+ 21
15 + 4(5)	+ 25	+ 25	+ 21	+ 21
15 + 4(5) + 2	+ 24	+ 24	+ 19	+ 19
15 + 22 + 4(5)	+ 23	+ 23	+ 19	+ 19
15 + 22 + 4(5) + 2	+ 22	+ 22	+ 17	+ 17
на частотах > 10 ... 20 GHz				
ст. исп.; 4(5)	-	+ 17	+ 12	+ 12
22 + 4(5)	-	+ 15	+ 10	+ 10
2	-	+ 15	+ 10	+ 10
22 + 4(5) + 2	-	+ 13	+ 8	+ 8
на частотах 10 ... 16 GHz				
15	-	+ 25	+ 23	+ 23
15 + 2	-	+ 23	+ 21	+ 21
15 + 4(5)	-	+ 22	+ 21	+ 21
15 + 4(5) + 2	-	+ 20	+ 19	+ 19
15 + 22 + 4(5)	-	+ 20	+ 19	+ 19
15 + 22 + 4(5) + 2	-	+ 18	+ 17	+ 17
на частотах > 16 ... 20 GHz				
15	-	+ 23	+ 23	+ 23
15 + 2	-	+ 21	+ 21	+ 21
15 + 4(5)	-	+ 21	+ 21	+ 21
15 + 4(5) + 2	-	+ 19	+ 19	+ 19
15 + 22 + 4(5)	-	+ 19	+ 19	+ 19
15 + 22 + 4(5) + 2	-	+ 17	+ 17	+ 17
на частотах > 20 GHz				
ст. исп.; 4(5)	-	-	+ 9	+ 9
22 + 4(5)	-	-	+ 7	+ 7
2	-	-	+ 6	+ 6
22 + 4(5) + 2	-	-	+ 4	+ 4
15	-	-	+ 19	+ 19
15 + 2	-	-	+ 17	+ 17
15 + 4(5)	-	-	+ 17	+ 17
15 + 4(5) + 2	-	-	+ 15	+ 15
15 + 22 + 4(5)	-	-	+ 15	+ 15
15 + 22 + 4(5) + 2	-	-	+ 13	+ 13